VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

6. ALTIMETRIE

6.1 Generalitati.

Daca notiunile prezentate în capitolele anterioare se refereau la determinarea pozitiei în plan a punctelor, altimetria vine sa completeze aceasta imagine prin a treia dimensiunea reprezentata de cote. Putem spune deci ca altimetria se ocupa cu studiul aparatelor, metodelor si reprezentarea pe planuri si harti a altitudinii punctelor.

Planurile topografice fara reprezentarea reliefului au o utilizare limitata si în plus nu ofera o imagine completa a terenului.

Functie de metoda folosita la determina diferenta de nivel între doua puncte, nivelmentul se poate clasifica în:

1. nivelment geometric de mijloc sau de capat, metoda ce foloseste pentru determinarea diferentei de nivel sau a cotei principiul vizelor orizontale;
2. nivelment trigonometric cu vize ascendente sau vize descendente, folosind pentru determinarea diferentelor de nivel sau a cotelor distanta orizontala dintre puncte precum si unghiul de panta sau unghiul zenital al aliniamentului determinat de cele doua puncte;
3. nivelment hidrostatic foloseste la determinarea diferentelor de nivel între puncte principiul vaselor comunicante;
4. nivelment fotogrammetric foloseste imaginea (pozitia) punctelor de pe doua fotogramme ale terenului;
5. nivelment barometric foloseste principiul variatiei presiunii aerului funtie de altitudine;

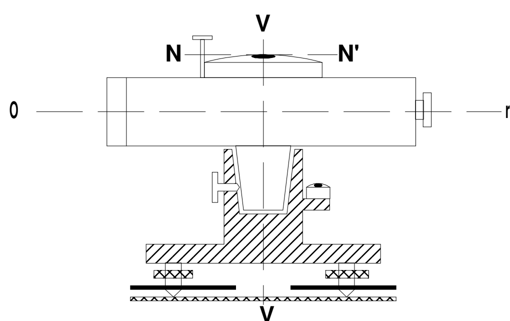
Din procedeele enumerate mai sus, numai primele patru prezinta interes din punct de vedere topografic; nivelmentul barometric, deoarece furnizeaza date cu erori mari, practic de neacceptat topografic, se foloseste în navigatie, în special pentru determinarea altitudinii de zbor a avioanelor.

6.2 Instrumente de nivelment.

Aparatele folosite în nivelmentul geometric poarta denumirea de nivele, iar principala lor caracteristica este aceea ca realizeaza orizontalizarea precisa a axei de vizare. Acest lucru este de o importanta deosebita deoarece la nivelul axei de vizare se fac citirile pe mira.

Dupa modul de orizontalizare a axei de vizare, instrumentele de nivelment se clasifica în :

1. nivel rigid simplu;
2. nivel rigid cu surub de basculare;
3. nivel cu orizontalizare automata a axei de vizare.



1. *Figura 6.1- Nivelul rigid.*

6.2.1 Nivelul rigid.

Schema unui astfel de instrument este prezentata în figura 5.1. El se compune din luneta topografica, nivela torica si sferica, ambaza, suruburi de calare si placa de tensiune. Poate fi dotat obtional cu cerc orizontal gradat. Pentru a se efectua masuratori cu un astfel de aparat trebuieca dupa efectuarea unei calari aproxomative cu nivela sferica, înainte de efectuarea unei citiri pe mira trebuie sa se procedeze la orizontalizarea axei de vizare cu ajutorul suruburilor de calare convenabil amplasate, orizontalizare ce se constata cu ajutorul nivelei torice a aparatului. Aceasta operatiune se repeta înainte de fiecare citire efectuata pe mira.

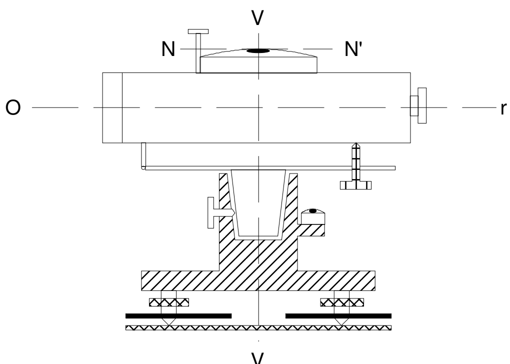


Figura 6.2- Nivelul rigid cu surub de basculare.

6.2.2 Nivelul rigid cu surub de basculare.

Din punct de vedere al partilor componente are aceleasi componente la care se adauga surubul de basculare cu rolul de a înclina fin luneta astfel ca aceasta sa capete o pozitie orizontala. Acest dispozitiv este situat între luneta si pivotul instrumentului. La fel ca si la nivela rigida, calarea se face aproximativ, cu suruburile de calare si dupa vizarea mirei dar înainte de efectuarea citirilor se procedeaza la aducerea bulei nivelei torice între repere. Pentru o cât mai buna orizontalizare, nivela torica folosita este una cu coincidenta.

Exemple de astfel de nivele sunt Ni 030 si Ni 004 fabricate de Karl Zeiss Jena.

Acestor nivele li se poate atasa un dispozitiv cu placi plan paralele care permite sporirea considerabila a preciziei masuratorilor pâna la sutime de milimetru. Pentru aceasta însa este nevoie sa se foloseasca mire de invar.

6.2.3 Nivele cu orizontalizare automata a axei de vizare.

Acest tip de instrument foloseste pentru orizontalizarea axei de vizare fenomene fizice cum ar fi pozitia verticala a unui pendul. Dar se pot folosi si alte fenomene ca de exemplu nivelul orizontal al unui lichid într-un vas indiferent de pozitia vasului. Spre exemplificare se prezinta în figura 7.3 schema de constructie a nivelului automat Ni 025.

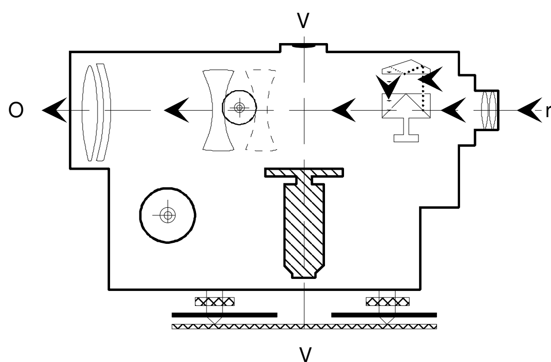


Figura 6.3 - Nivela cu orizontalizare automata a axei de vizare.

Aparatul poate asigura o precizie de 2,5 mm pe kilometrul de dublu nivelment. La acest tip de aparat o raza orizontala ce vine de la mira, trece prin obiectiv, este clarificata de lentila de focusare si ajunge la compensator. Acesta se compune dintr-o prisma fixata pe corpul aparatului si doua prisme fixate pe pendul. La înclinari mici ale axei de vizare, tija pendulului are tendinta sa se aseze pe directia verticalei sub actiunea fortei gravitationale. Pentru a amortiza rapid oscilatiile tijei, aceasta este introdusa într-un piston în care se formeaza vid ce duce la amortizarea oscilatiilor. O raza înclinata cu unghiul α, ce intra prin obiectiv, este deviata de prima prisma pendul cu un unghi 2α catre prisma fixa (pentaprisma), care la rândul ei deviaza raza cu înca 2α spre a doua prisma pendul. Compensatorul intra în functiune numai dupa ce s-a procedat la calarea apriximativa dupa nivela sferica.

Aceste tipuri de aparate conduc la un randament sporit în lucrarile de teren, dar trebuie avut în vedere faptul ca un compensator nu poate lucra în medii cu vibratii (hale industriale, cai de comunicatie cu trafic intens greu, etc.), situatie în care se vor folosi numai aparate rigide.

6.3 Nivelmentul geometric.

Este cunoscut si sub denumirea de nivelmentul vizelor orizontale. Functie de pozitia instrumentului de nivelment fata de mirele de nivelment, se disting nivelmentul geometric de mijloc si nivelmentul geometric de capat. Indiferent de tip, nivelmentul geometric se executa cu instrumentele de nivelment numite nivele si cu mire centimetrice sau de invar (pentru determinari precise).

6.3.1 Nivelmentul geometric de mijloc.

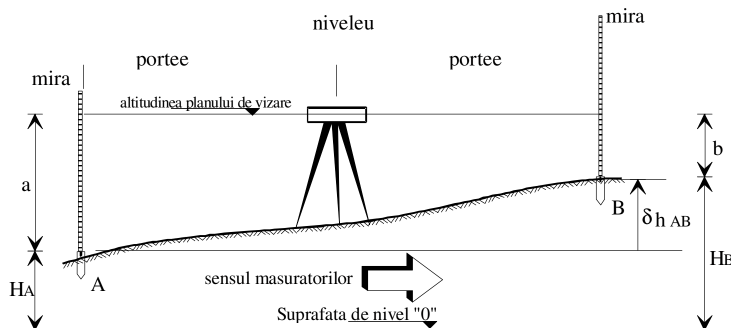


Figura 6.4 - Principiul nivelmentului geometric de mijloc.

Pentru determinarea diferentei de nivel între doua puncte sau pentru determinarea cotei unui punct când se cunoaste cota unui alt punct aflat în apropiere se poate amplasa pe fiecare din cele doua puncte câte o mira, iar aproximativ (în limita a 2-3m diferenta) la mijlocul distantei, fara a fi obligatoriu sa fie si pe aliniamentul format de cele doua puncte, se amplaseaza o nivela. Prin citirile efectuate pe cele doua mire se pot determina marimile descrise mai sus. Distanta între aparat si una din mire se numeste portee, în timp ce distanta între mire se numeste niveleu. Din figura 7.4 se vede ca H_A si H_B sunt cotele celor doua puncte, dintre ele numai prima fiind cunoscuta. Pe mire se fac citirile a si b. Daca notam cu δh_{AB} diferenta de nivel între A si B, rezulta ca:

$$\delta h_{AB} = a-b \qquad [7.1]$$

Spunem ca diferenta de nivel este totdeauna diferenta între citirea înapoi si cea înainte.Într-adevar, daca terenul ar avea panta inversa decât cea din figura 7.4, datele problemei fiind aceleasi, diferenta de nivel ar fi negativa, lucru ce se abtine facând diferenta “ a-b” a citirilor pe mira.

Considerând acum cunoscuta cota punctului A, cota H_B a punctului B va fi :

$$H_B = H_A + \delta h_{AB} = H_A + a - b \qquad [7.2]$$

în care definim altitudinea planului de vizare ca fiind distanta pe verticala între suprafata de nivel zero si axa de vizare a instrumentului de nivelment:

$$H_V = H_A + a \qquad [7.3]$$

de unde rezulta ca :

$$H_B = H_V - b \qquad [7.4]$$

Relatia [7.3] devine utila atunci când dintr-o statie se impune calculul cotelor mai multor puncte.

6.3.2 Nivelmentul geometric de capat.

Pozitia instrumentului în acest caz este pe un capat al niveleului, sau la o distanta foarte mica de acesta.

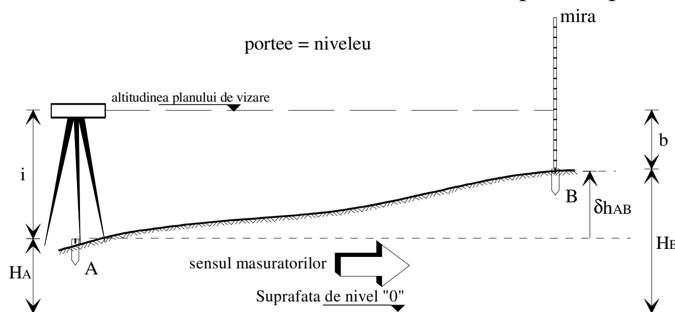


Figura 6.5 - Principiul nivelmentului geometric de capat.

Principiul este aratat în figura 7.5. Se accepta a se categorisi tot ca nivelment de capat si nivelmentul în care instrumentul nu este asezat deasupra punctului A ci foarte aproape de acesta (circa 2-3 m).

Dupa cum se observa, aparatul este asezat deasupra punctului A. Înaltimea "i" a instrumentului se masoara cu o ruleta.Relatiile de calcul devin :

$$\delta h_{AB} = i - b \quad [7.5]$$

$$H_B = H_A + \delta h_{AB} = H_A + i - b \quad [7.6]$$

$$H_V = H_A + i \quad [7.7]$$

$$H_B = H_V - b \quad [7.8]$$

Precizia nivelmentului geometric de capat este net inferioara celei obtinute prin nivelmentul geometric de mijloc datorita impreciziei masurarii înaltimii "i" a instrumentului (± 5 mm) precum si erorilor de sfericitate si refractie atmosferica.

6.4 Nivelmentul trigonometric.

Deoarece se efectueaza cu ajutorul unui teodolit, se mai numeste si nivelment cu vize înclinate. Dupa directia vizei, se disting nivelmentul trigonometric cu vize ascendente, când punctul ce se va determina este situat deasupra liniei orizontului si nivelmentul trigonometric cu vize descendente, când punctul este situat sub linia orizontului. Principial, diferenta de nivel se calculeaza functie de unghiul de panta sau unghiul zenital si distanta orizontala.

6.4.1 Nivelmentul trigonometric cu vize ascendente.

Pentru determinarea diferentei de nivel si a cotei unui punct, se instaleaza un teodolit în punctul A.

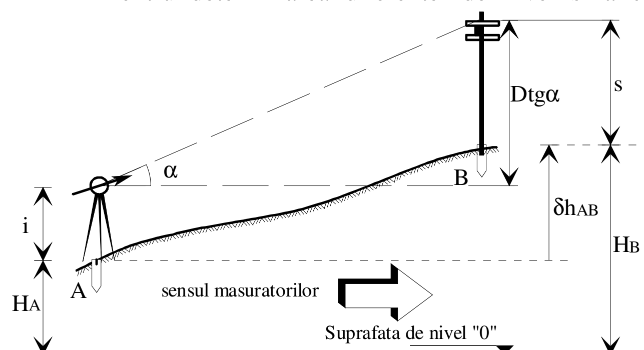


Figura 6.6 - Nivelment trigonometric cu vize ascendente.

Instrumentul are înaltimea "i" si vizeaza un semnal instalat în punctul B cu înaltimea "s". Considerând cunoscuta distanta D_{AB}, se poate calcula cota punctului B din figura 7.6 observând ca :

$$H_A + i + D.tg\alpha = H_B + s \quad [7.9]$$

de unde rezulta :

$$H_B = H_A + D.tg\alpha + i - s \quad [7.10]$$

dar mai rezulta din figura si expresia diferentei de nivel:

$$\delta h_{AB} + s = i + D.tg\alpha \quad [7.11]$$

$$\delta h_{AB} = D.tg\alpha + i - s \quad [7.12]$$

Daca se tine cont ca relatia între unghiul de panta α si unghiul zenital z este :

$$\alpha + z = 100^g \quad [7.13]$$

putem sa exprimam relatiilr [7.10] si [7.12] functie de unghiul zenital z :

$$H_B = H_A + D.ctg\ z + i - s \quad [7.14]$$

respectiv:

$$\delta h_{AB} = D.ctg\ z + i - s \quad [7.15]$$

6.4.2 Nivelmentul trigonometric cu vize descendente.

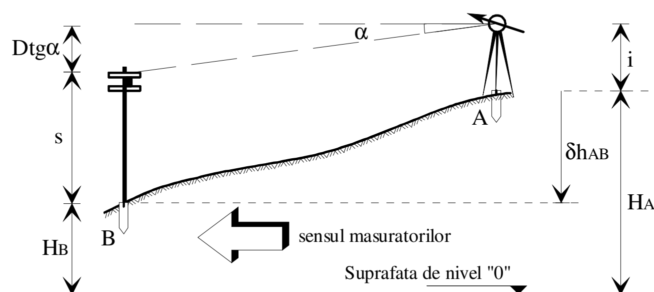


Figura 6.7 - Nivelment trigonometric cu vize descendente.

Daca punctul B este situat sub linia orizontului ce trece prin punctul A, problema se rezolva, conform figurii 7.7, astfel:

$$H_A + i = H_B + s + D.tg\alpha \quad [7.16]$$

si rezulta expresia pentru H_B :

$$H_B = H_A - D.tg\alpha + i - s \quad [7.17]$$

Diferenta de nivel se determina din la egalitatea:

$$\delta h_{AB} = H_B - H_A \quad [7.18]$$

unde valoarea lui H_B se înlocuieste cu relatia [7.17]:

$$\delta h_{AB} = -D.tg\alpha + i - s \quad [7.19]$$

Relatiile de calcul pentru diferenta de nivel si a cota punctului, asa cum sunt prezentate mai sus, sunt valabile numai în cazul în care distanta orizontala D este

mai mica de 500m. Daca aceasta valoare este mai mare, atunci intervine o corectie datorata sfericitatii si refractiei atmosferice, ce are expresia :

$$C = (1-k)\frac{D^2}{2R} \qquad [7.20]$$

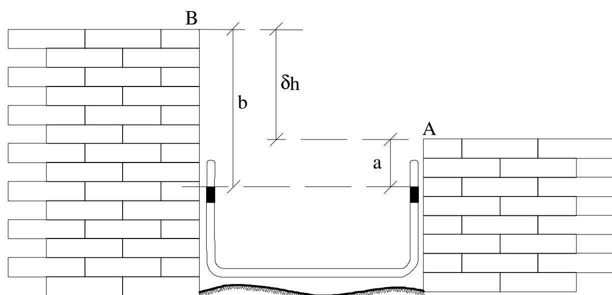


Figura 6.8 - Nivelmentul hidrostatic.

în care: k este coeficientul de refractie atmosferica (k=0,13 pentru teritoriul României),

R este raza medie a pamântului (R = 6379 km)

Aceasta corectie este totdeauna pozitiva si se adauga la diferenta de nivel.

6.5 Nivelmentul hidrostatic.

Principiul de lucru este cel al vaselor comunicante, iar cel mai cunoscut si folosit mod de lucru cu nivelul hidrostatic este cel al furtunului cu apa folosit pe santiere pentru transmiterea unei cote în mai multe puncte. Din figura 7.8 se observa de pe zidul pe care se afla punctul A se transmite pe zidul punctului B cota lui A. Pentru determinarea diferentei de nivel între punctele A si B, se vor masura cu o rigla sau ruleta segmentele a si b, rezultând :

$$\delta h_{AB} = b-a \qquad [7.21]$$

si cota punctului B cu relatia:

$$H_B = H_A + \delta h_{AB} = H_A - a + b \qquad [7.22]$$

Pentru determinarile efectuate cu furtunul cu apa, precizia determinarilor se înscrie în limita a ± 0,5...1cm pentru distante de sub 50m.

6.6 Drumuirea de nivelment geometric.

Prin aceasta metoda se urmareste determinarea cotelor unor puncte intermediare situate între doua puncte de cota cunoscuta. Daca masuratorile se efectueaza cu determinarea numai o singura data a diferentelor de nivel, drumuirea va fi una simpla de nivelment; daca diferentele de nivel se determina de doua ori (fie prin schimbarea altitudinii planului de vizare fie prin efectuarea masuratorilor "dus-întors". Pentru a se putea vedea modul de calcul al unei drumuiri se vor analiza datele prezentate în figura 7.9.

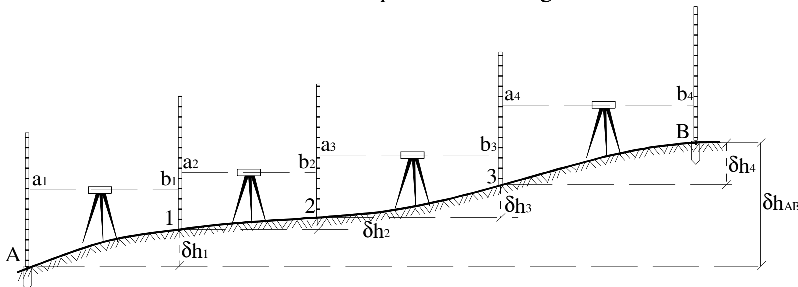


Figura 6.9 - Drumuirea de nivelment geometric sprijinita la capete.

Operatiile de teren la o astfel de lucrare constau din alegerea pozitiei si marcarea punctelor intermediare 1,2, 3, instalarea de mipe punctele A si 1 si alegerea si asezarea în statie a instrumentului de nivelment în statia S_1. Din aceasta statie se fac citirile a_1 si b_1 pe cele doua mire. Se muta apoi mira din A în punctul 2, aparatul se instaleaza în statia S_2, iar mira din punctul 1 se orienteaza cu fata catre aparatul din statia S_2. Se vor efectua citirile a_2 si b_2. Operatiunile se repeta pâna la terminarea traseului pe punctul B. Ca date initiale cunoscute se considera cotele punctelor A si B, respectiv H_A si H_B. Pe teren se vor efectua citirile pe mirele amplasate pe punctele A, 1, 2, 3, B, notate cu a_i respectiv b_i.

Calculul diferentelor de nivel functie de citirile pe mira se face cu relatiile:

$$\begin{aligned} \delta h_1 &= a_1 - b_1 \\ \delta h_2 &= a_2 - b_2 \\ &.\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ . \\ \underline{\delta h_n} &\underline{= a_n - b_n} \\ \sum \delta h &= \sum a - \sum b \end{aligned} \qquad [7.23]$$

În acelasi timp însa se poate calcula diferenta de nivel între A si B din cotele punctelor care sunt valori cunoscute:

$$\delta h_{AB}^{coord.} = H_B - H_A \qquad [7.24]$$

Din punct de vedere matematic, daca masuratorile nu ar fi însotite de erorile de masurare, între relatiile [7.23] si [7.24] s-ar putea pune semnul egalitatii. Din punct de vedere topografic însa, aparitia erorilor de masurare conduce la nerespectarea conditiei matematice. Pentru calculul erorii vom folosi valoarea obtinuta prin relatia [7.23] ca valoare afectata de erori, fiind rezultata din valorile citite pe mire si valoarea obtinuta din relatia [7.24] ca valoare justa, obtinuta din valori considerate neafectate de erori. În aceasta situatie, eroarea drumuirii va fi data de relatia:

e_h = valoarea eronata - valoarea justa = $\sum \delta h - \delta h_{AB}^{coord.}$ [7.25]

Daca valoarea este mai mica cel mult egala cu toleranta T= $e_{km} \sqrt{D_{km}}$, unde :

- e_{km} - eroarea pe kilometru conform cartii tehnice a aparatului,
- D_{km} - lungimea în kilometrii a traseului de nivelment,se calculeaza corectia totala :

$$c_h = - e_h = \delta h_{AB} - \sum \delta h \qquad [7.26]$$

respectiv corectia unitara $c_u = \frac{c_h}{D}$. Pentru un niveleu cu lungimea d_i corectia ce se va aplica diferentei de nivel va fi data de relatia :

$$c_i = c_u \cdot d_i \qquad [7.27]$$

iar pentru o diferenta de nivel compensata, $\delta h_i^{comp.}$, relatia de calcul va fi:

$$\delta h_i^{comp.} = \delta h_i + c_i \qquad [7.28]$$

Cu valorile astfel calculate se vor obtine cotele definitive (compensate) ale punctelor drumuirii de nivelment:

$$\begin{aligned} H_1^{comp} &= H_A + \delta h_1^{comp} \\ H_2^{comp} &= H_1 + \delta h_2^{comp} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ H_B^{comp} &= H_n + \delta h_n^{comp} = H_B^{dat} \text{ (control)} \end{aligned} \qquad [7.29]$$

Compensarea se poate face însa si pe cote, nu numai pe diferente de nivel; în acest caz:

$$\begin{aligned} H_1^{comp} &= H_A + \delta h_1 + c_1 \\ H_2^{comp} &= H_1^{comp} + \delta h_2 + c_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ H_B^{comp} &= H_n^{comp} + \delta h_n + c_n = H_B^{dat} \text{ (control)} \end{aligned} \qquad [7.30]$$

6.6.1 Drumuirea de nivelment închisa pe punctul de plecare.

Daca vom considera ca într-o drumuire de nivelment geometric punctul initial coincide cu punctul final, între ele determinându-se cotele unor puncte intermediare, atunci drumuirea este închisa pe punctul de plecare. În acest caz, conditia matematica este ca suma diferentelor de nivel sa fie nula. Acest fapt conduce la determinarea valorii juste a diferentei de nivel care trebuie sa fie nula, în timp ce suma diferentelor de nivel calculata conform relatiilor [7.23] reprezinta valoarea eronata. Putem scrie asadar ca:

e_h = valoarea eronata - valoarea justa = $\sum \delta h$ [7.31]

iar expresia corectiei totale va fi de forma:

$$c_h = - e_h = - \sum \delta h \qquad [7.32]$$

Toate celelalte calcule se desfasoara dupa modelul celor de la drumuirea de nivelment geometric sprijinita la capete.

6.6.2 Drumuirea cu punct nodal.

Considerând situatia în care se dau trei puncte de cota cunoscuta, între care se efectueaza drumuiri, iar acestea se întâlnesc într-un punct, acest punct este considerat un nod al celor trei drumuiri efectuate. Cota sa va putea fi determinata cu o precizie mai mare datorita faptului ca pentru el este posibil sa se determine cota din fiecare drumuire. Considerând ca cele trei valori sunt apropiate între ele, încadrându-se în toleranta, atunci valoarea cea mai probabila a cotei punctului nodal va fi de forma :

$$H_N = \frac{H_N^1 \cdot p_1 + H_N^2 \cdot p_2 + H_N^3 \cdot p_3}{p_1 + p_2 + p_3} \qquad [7.33]$$

în care p_i reprezinta ponderile sau gradul de încredere ce se acorda masuratorilor din fiecare drumuire. Aceste ponderi sunt invers proportionale cu lungimile drumuirilor, astfel :

$$p_1 = \frac{1}{D_1}; p_2 = \frac{1}{D_2}; p_3 = \frac{1}{D_3}; \qquad [7.34]$$

Dupa ce a fost calculata cota punctului nodal, drumuirile între punctele de cota cunoscuta si punctul nodal se calculeaza si se compenseaza ca drumuiri sprijinite la capete.

6.7 Ridicarea detaliilor altimetrice.

Procedeele care permit determinarea pozitiei pe înatime a detaliilor din teren sunt : radierea de nivelment, profile si combinatii de drumuire cu profile.Aceste metode sunt folosite functie de configuratia suprafetei de teren ce se

va masura si functie de destinatia lucrarii. Astel, radierile de nivelment se vor folosi pentru suprafete mari, în timp ce metoda profilelor se preteaza foarte bine cerintelor proiectarii cailor de comunicatie terestra (drumuri sau cai ferate), în general acelor lucrari care necesita ridicari sub forma unor benzi.

6.7.1 Radieri de nivelment.

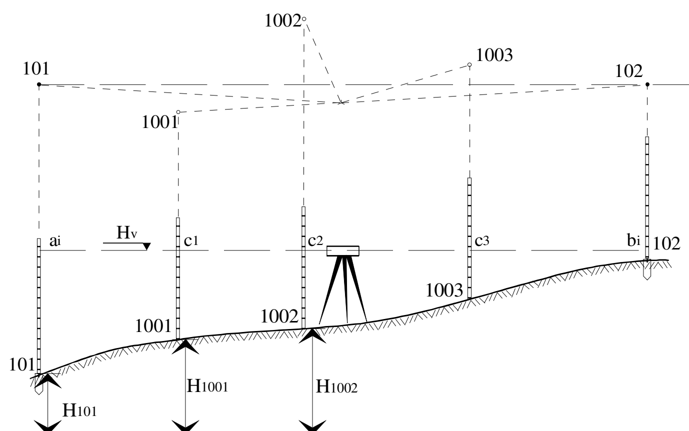


Figura 6.10 - Radieri de nivelment.

Prin aplicarea acestei metode este posibila determinarea cotelor mai multor puncte din aceeasi statie de nivelment. Se considera date cunoscute cota punctelor 101 si 102 (figura 7.10). Acestea provin fie dintr-o drumuire de nivelment ce se executa simultan cu radierile dar se prelucreaza fiecare separat, fie sunt puncte de nivelment de cota cunoscuta.

Dupa asezarea pe punctele cunoscute a mirelor si efectuarea citirilor a_i si b_i din statia de nivelment, se executa si citirile c_i catre punctele 1001, 1002, 1003, etc. Deoarece cota punctului 101, H_{101} este cunoscuta, se poate calcula altitudinea planului de vizare H_v cu relatia:

$$H_v = H_{101} + a_i \qquad [7.35]$$

Fata de aceasta valoare se vor putea calcula cotele punctelor radiate nivelitic cu relatii de tipul :

$$H_{1001} = H_v - c_1$$
$$H_{1002} = H_v - c_2 \qquad [7.36]$$

Daca instrumentul de nivelment are si cerc orizontal, prin efectuarea lecturii la cerc si calculând distanta de la aparat la punct pe cale stadimetrica, se poate proceda la raportarea în coordonate rectangulare sau polare a punctelor radiate nivelitic.

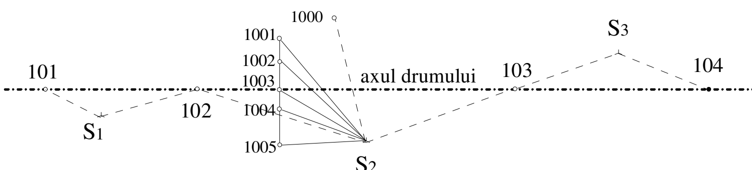


Figura 6.11 - Metoda profilelor.

6.7.2 Metoda profilelor.

Se foloseste la lucrarile în vederea proiectarii de drumuri sau cai ferate. Dupa felul lor, profilele pot fi longitudinale sau transversale. În proiectare, primele se folosesc la stabilirea profilului în lung al caii de comunicatie, în timp ce profilele transversale permit stabilirea amprizei (latimea totala) caii. Din punct de vedere al executarii lucrarilor topografice, aceasta metoda este o combinatie de drumuire de nivelment, care urmareste sa determine cotele punctelor situate în axul caii, simultan cu radierile de nivelment executate asupra unor puncte ce se situeaza pe un aliniament perpendicular pe axul caii. Atât punctele de drumuire cât si cele situate pe profilele transversale se aleg la schimbarile de panta ale terenului. Cotele punctelor de pe profilele transversale se calculeaza cu ajutorul altitudinii planului de vizare din statia corespunzatoare.

6.8 Nivelmentul suprafetelor.

Daca metodele descrise pâna acum se pot aplica în terenuri cu o accidentatie mare la fel de bine ca si în terenuri aproximativ plane, în cele ce urmeaza se vor prezenta posibilitati de executare a nivelmentului pe suprafete cu a accidentare nesemnificativa, pe care urmeaza sa se amplaseze constructii industriale, civile sau agricole ce necesita o sistematizare verticala. Functie de precizia ceruta, marimea suprafetei sau de relief, nivelmetul suprafetelor se poate executa pe patrate mici sau mari.

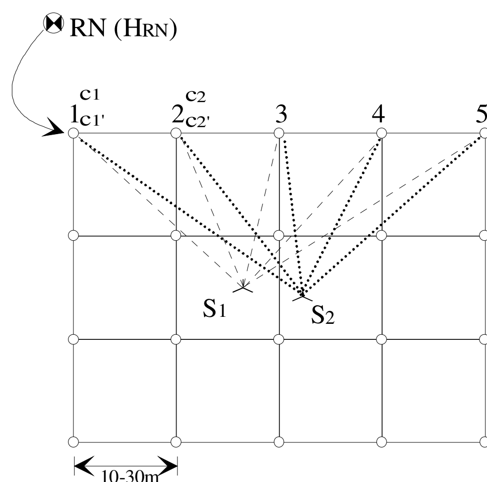


Figura 6.12 - Nivelmentul suprafetelor prin patrate mici.

6.8.1 Nivelmentul suprafetelor prin patrate mici.

Acest procedeu se foloseste la suprafete relativ mici (sub 5 ha), când terenul nu are o panta mai mare de 5° si fara o acoperire mare.

Metoda presupune realizarea unei retele de patrate cu latura pâna la 50m (figura 7.12), colturile patratelor urmând a se folosi drept puncte carora li se va determina cota. În zona de lucru se presupune ca exista un punct RN, de cota cunoscuta H_{RN}, sau în lipsa lui se va efectua o drumuire de nivelment de la un reper la unul din punctele retelei de patrate (de exemplu la punctul 1). Daca lungimea vizelor (maxim 200m) permite, se va instala aparatul în

statia S_1 din care se vor efectua citirile pe mirele amplasate pe punctele 1, 2, ... etc. Se vor obtine lecturile c_1, c_2, ..., c_n.

Se muta aparatul pe un nou amplasament,S_2, din care se fac citirile c_1', c_2', ..., c_n'. Daca diferentele c_i - c_i' sunt constante în limita a maximum 4 mm, atunci se poate trece la calculul cotelor punctelor. Pentru aceasta se va calcula pentru fiecare punct media celor doua citiri c_i si c_i', valoarea cu care se vor calcula cotele punctelor din reteaua de patrate.

$$H_V = H_1 + c_{m1} \qquad [7.37]$$

unde c_{m1} reprezinta media citirilor pe punctul 1. Cotele punctelor se calculeaza, functie de altitudinea planului de vizare, cu formula:

$$H_i = H_v - c_{mi} \qquad [7.38]$$

Daca suprafata este la limita superioara sau acoperirea terenului este mare, cotele punctelor se vor determina printr-o drumuire de nivelment cu puncte radiate.

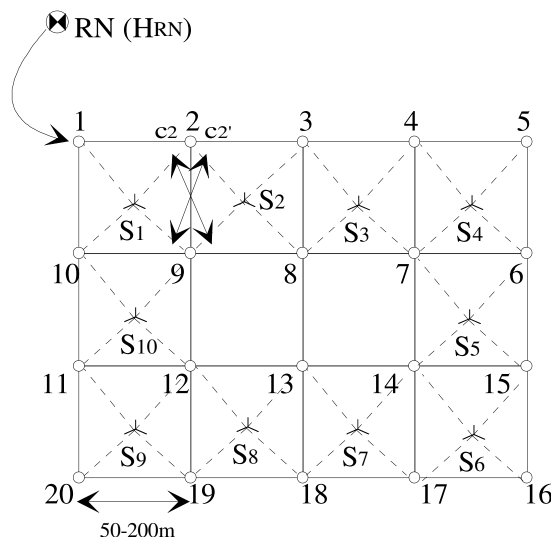


Figura 6.13 - Nivelmentul suprafetelor prin patrate mari.

6.8.2 Nivelmentul suprafetelor prin patrate mari.

Calculul cotelor punctelor este functie de metoda aleasa pentru efectuarea lucrarilor de teren: fie se determina citirile pe mirele amplasate în colturile fiecarui patrat, fie se executa o drumuire de nivelment închisa pe punctul de plecare.

Patratele vor avea laturile de pâna la 200 de metri, iar constructia se va realiza cu ajutorul uni teodolit sau a unui tahimetru.

Ridicarea altimetrica în patrate izolate se efectueaza instalând instrumentul de nivelment la intersectia diagonalelor patratului (cu abatere de 2-3m). Din aceasta statie se radiaza toate cele patru colturi ale patratului. Din figura 7.13 se observa ca nu este necesara stationarea în toate patratele ci numai în cele care asigura determinarea cotei colturilor. Punctul 8 este determinat din statiile S_2 sI S_3, astfel ca nu mai este necesara stationarea în patratul delimitat de punctele 8, 9, 12 sI 13.

Controlul citirilor se face pe diagonala fata de o latura sI anume :

$$c_2 + c_{9'} = c_{2'} + c_9 \qquad [7.38]$$

Aceasta egalitate daca este satisfacuta cu o toleranta de ± 3mm, masuratorile se considera bune sI se pot folosi la calculul cotelor. Cotele se determina prin drumuire închisa pe punctul de plecare pentru punctele situate pe conturul suprafetei sI prin drumuire sprijinita la capete pentru punctele situate în interiorul suprafetei.

Un alt mod de efectuarea masuratorilor este sI cel în care pe colturile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16,17, 18, 19, 20, 11 sI 10 se executa o drumuire închisa, iar cotele punctelor 7,8,9,12,13,14 se determina ca puncte radiate.

6.9 Nivelmentul în conditii speciale.

O serie de lucrari de nivelment urmaresc fie sa transmita o cota peste un curs de apa, sa se efectueze lucrari de nivelment prin terenuri mlastinoase sau cu pante mari. Fiecare din lucrarile enumerate mai sus au un specific al lor, fapt ce conduce la tratarea diferita a fiecarui caz în parte.

6.9.1 Nivelmentul peste cursuri de apa.

Aceasta operatiune se impune când latimea luciului de apa este sub 300m. Se poate apela pentru rezolvarea problemei fie la metodele clasice, constând din efectuarea unor drumuiri de nivelment geometric ce traverseaza apa pe podurile existente, sau sunt efectuate iarna când apa este înghetata, dar se pot rezolva sI cu ajutorul nivelului luciului de apa sau prin efectuarea de masuratori de pe un mal pe altul.

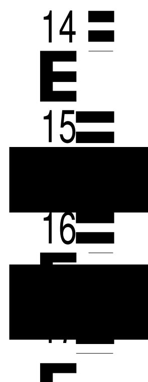


Figura 6.14 -Panou glisant pe mira.

În primul caz se vor amenaja pe maluri mici incinte protejate în care nivelul apei nu este afectat de curenti sau valuri, iar în acesta incinta se materializeaza cu câte un tarus nivelul apei la un anumit moment. Pe ambele maluri, nivelul apei fiind acelasi, daca se cunoaste cota pe un mal, pe celalalt mal cota va fi aceeasi.

Pentru cazul în care cursul de apa are latime mai mare de 300 m, pe mira se monteaza un panou glisant negru (figura 7.14) ce are la mijlocul lui o fanta cu latime de 2...5 cm. Datorita conului creat de grosimea firului reticular orizontal, acesta practic se suprapune peste mai multe diviziuni centimetrice. Inconvenientul este rezolvat prin vizarea fantei din panoul glisant, fanta ce este adusa prin deplasarea panoului, pe firul reticular orizontal. Citirea se considera a fi media citirilor de la partea superioara respectiv inferioara a fantei suprapusa pe mira.

Aceeasi problema se poate rezolva prin alegerea pe fiecare mal a câte unei statii, S_1 sI S_2, iar la distanta de sub 30m de fiecare statie se aleg puncte care se materializeaza prin tarusi (figura

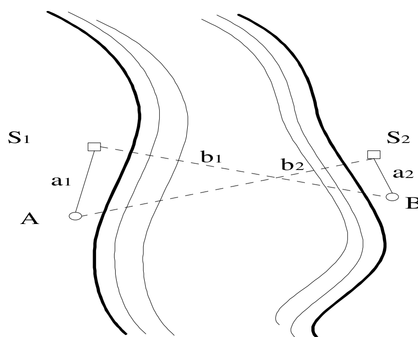


Figura 6.15 - Transmiterea cotelor peste apa.

7.15). Din fiecare statie se efectueaza lecturi pe mirele instalate pe punctele bornate, A sI B, lecturi ce se folosesc la determinarea diferentei de nivel. Daca valorile obtinute difera cu mai putin de 10mm între ele, atunci diferenta de nivel între cei doi tarusi se considera media aritmetica a determinarilor.

Astfel :

$$\delta h_{AB}' = a_1 - b_1 \qquad [7.39]$$

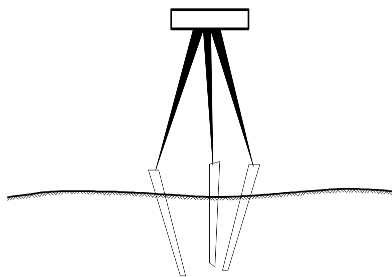
pentru statia S_1, respectiv din statia S_2 diferenta de nivel va fi :

$$\delta h_{AB}'' = a_2 - b_2 \qquad [7.40]$$

iar diferenta de nivel definitiva este :

$$\delta h_{AB} = \frac{\delta h_{AB}' + \delta h_{AB}''}{2} \qquad [7.41]$$

Pentru diminuarea influentei conditiilor de mediu în determinarea diferentelor de nivel, se vor efectua masuratori dimineata în zori sI dupa amiaza în jurul orei 16.


Figura 6.16 - Nivelment în teren mlastinos.

6.9.2 Nivelmentul în terenuri mlastinoase.

Deoarece stabilitatea operatorului, a instrumentului de nivelment sI a mirelor este practic inexistenta, se impune ga sirea de solutii pentru a asigura stabilitatea instrumentului, mirelor sI operatorilor. Acest lucru conduce la gasirea unei solutii pentru a crea posibilitatea ca sI în astfel de zone sa se poata executa lucrari. Solutia o reprezinta :

- instalarea instrumentului de nivelment pe pari de lemn, batuti oblic,
- instalarea mirelor deasemeni pe pari de lemn,
- construirea de podine de lucru, pentru operatori,independente de parii pe care se instaleaza nivela,
- efectuarea lecturilor se va face de doi operatori, unul pentru sensul înainte sI altul pentru sensul înapoi.

Instrumentele de nivelment folosite se recomanda sa fie din categoria instrumentelor cu orizontalizare automata a axei de vizare.

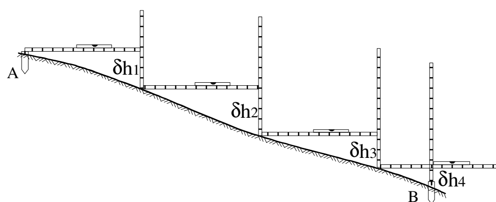


Figura 6.17 - Nivelmentul terenurilor accidentate.

6.9.3 Nivelmentul terenurilor cu panta mare.

Daca dorim sa determinam diferenta de nivel între doua puncte situate pe un versant cu panta mare, în conditiile în care precizia determinarii nu trebuie sa fie mare, se poate folosi o metoda expeditiva. Aceasta necesita doua mire sI un boloboc (figura 7.17). Una din mire se aseaza orizontal pe punctul A, orizontalitate care se realizeaza cu ajutorul bolobocului, iar pe a doua mira, asezata vertical cu ajutorul unui fir cu plumb, se citeste diferenta de nivel δh_i. Operatiunea se repeta pâna la punctul B. Diferenta de nivel între A sI B se determina ca suma a diferntelor de nivel pe fiecare tronson în parte.

$$\delta h_{AB} = \delta h_1 + \delta h_2 + \delta h_3 + \delta h_4 \qquad [7.42]$$

Metoda descrisa mai sus permite sI determinarea distantei orizontale între A si B, simultan cu determinarea diferentei de nivel.

Precizia nivelmentului geometric.

Pornind de la relatia [7.23], pentru calculul diferentei de nivel functie de citirile pe mira, putem scrie ca :

$$\delta h_{AB} = a_1 - b_1 + a_2 - b_2 + \ldots + a_n - b_n \qquad [7.43]$$

sI daca vom considera ca citirile pe mira sunt afectate de erorile e_1, e_1', e_2, e_2', . . . e_n, e_n', diferenta de nivel δh_{AB} va fi afectata de aceste erori astfel:

$$\delta h_{AB} + e_{\delta h} = (a_1 + e_1) - (b_1 + e_1') + (a_2 + e_2) - (b_2 + e_2') + \ldots + (a_n + e_n) - (b_n + e_n') \qquad [7.44]$$

Prin scaderea relatiilor [7.43] si [7.44], se ajunge la :

$$e_{\delta h} = e_1 - e_1' + e_2 - e_2' + \ldots + e_n - e_n' \qquad [7.45]$$

Deoarece masuratorile sunt efectuate cu acelasi aparat, de catre un singur operator, în conditii exterioare aproximativ identice, putem considera ca erorile sunt egale între ele, adica:

$$e_1 = e_1' = e_2 = e_2' = \ldots = e_n = e_n' = e \qquad [7.46]$$

Eroarea totala va fi suma erorilor componente, sau :

$$E = \pm e \pm e + \ldots \pm e \qquad [7.47]$$

care prin ridicare la patrat sI neglijarea produselor partiale ca capata forma:

$$E = \sqrt{e^2 + e^2 + \ldots + e^2} = \pm e\sqrt{2n} \qquad [7.48]$$

Dar lungimea drumuirii D = 2.n.d unde n este numarul de statii sI d reprezinta lungimea unei portei. În acest fel relatia [7.48] devine :

$$E = \pm e\sqrt{\frac{D}{d}} = \pm\frac{e}{\sqrt{d}}\sqrt{D} = \pm e'\cdot\sqrt{D} \qquad [7.49]$$

în care e’ reprezinta influenta preciziei aparatului.

6.10 Obtinerea curbelor de nivel pe plan.

Principiul de obtinere a curbelor de nivel a fost stabil în capitolul referitor la probleme ce se pot rezolva pe harti sI planuri. Cum însa nu dispunem de mulajul care sa reprezinte la scara terenul, pe care sa-l putem sectiona cu planuri paralele situate la distante egale cu echidistanta curbelor de nivel, vom rezolva problema pornind de la cotele unor puncte situate în teren.

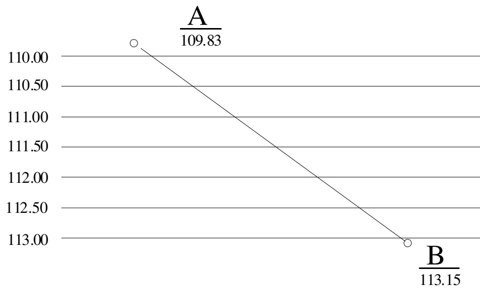


Figura 6.18 - Interpolarea curbelor de nivel cu izograful.

Pornind de la conditia ca punctele de cota cunoscuta sunt astfel alese încât sa reprezinte schimbarile de panta, vom accepta ca între doua puncte de cota cunoscuta terenul creste uniform. Pentru interpolare se va desena pe un suport transparent (calc sau folie) o retea de 15...20 de linii paralele la distanta de 3...5 mm una de alta (figura 7.18). Numarul de linii precum sI distanta dintre ele este functie de accidentatia terenului pentru care dorim sa interpolam curbe. La un teren cu accidentatie pronuntata distanta între linii va fi mai mica, în timp ce la un teren cu relief plan liniile vor fi la distanta mai mare una de alta. Liniile paralele se vor inscriptiona cu cotele corespunzatoare echidistantei curbelor de nivel ce se vor desena. Aceasta folie se suprapune peste desenul ce contine punctele cotate astfel ca punctul A de cota 109,83m de pe desenul cu puncte sa se pozitioneze corespunzator pe izograf. Acesta se roteste pâna ce punctul B de cota 113.15m de pe desenul cu puncte se pozitioneaza pe izograf. Cu un ac se înteapa punctele de intersectie între aliniamentul AB sI paralele izografului. Repetând operatiunea pentru toate perechile vecine de puncte sî unind punctele întepate, de aceeasi valoare, se obtin curbele de nivel.